

研究室紹介

エネルギー変換材料工学研究室の紹介

広島大学大学院先進理工系科学研究科
機械システム工学プログラム
市川貴之

1. 研究室の概要

私たちの研究室は、2021年2月末時点で、広島大学工学部第一類エネルギー変換プログラム所属の学部生7名、大学院先進理工系科学研究科機械システム工学プログラムの大学院生6名、理工学融合プログラムの大学院生2名、及び2020年の改組以前の入学生においては、大学院工学研究科機械物理学専攻の大学院生5名、更には大学院先端物質科学研究科量子物質科学専攻の大学院生3名、加えて、自然科学研究支援開発センター所属の小島由継教授と宮岡裕樹准教授及び研究員2名、先進理工系科学研究科所属の著者と、神名麻智助教、Singh Rini 助教と研究員、秘書、客員教員及び客員研究員を合わせて総勢38名のグループである。実験室は、広島大学東広島キャンパスの理学部エリアと工学部エリアにそれぞれ様々な実験機器を有している。これに加えて、2009年に私たちのグループで立ち上げた大学発ベンチャー会社であるハイドロラボ(株)は、広島大学の隣の敷地に位置するサイエンスパーク内にも実験室を構えており、様々な試料合成、分析をおこないながら、高効率で高性能なエネルギー変換材料の研究開発を鋭意進めている。

比較的大所帯である点や、実験室がやや広範囲に広がっていることもあり、2020年初頭から始まったコロナ禍の影響もあいまって、研究室内のゼミやミーティングに大学が提供するオンラインシステム(マイクロソフト Teams)を取り入れたことで、実験状況の把握や情報共有が効率化され、逆に研究のアクティビティは高まった状況となっている。写真に示した通り、今年度はコロナの影響を受けて、集合写真もオンライン撮影のみとなった。研究室の毎週の活動(ゼミ)としては、日本語でおこなう勉強会、英語でおこなう勉強会、更に、最新の関連論文の紹介に加え、半日から一日かけておこなう報告会があり、その合間の昼食時には、30分程度であるが研究室メンバー一堂に会する昼食会と言ったものをオンラインで開催して研究室の風通しを良くしている。

2. 研究内容

私たちの研究室は、特にエネルギー変換に資する材料工学の研究開発を進めている。研究内容は多岐に亘るが、大きく分けて、「水素関連」と「電気化学関連」となり、水素関連では、①無機系水素貯蔵材料、②水素吸蔵合金を用いた昇圧システム、③アンモニア貯蔵材料、④アンモニア合成、⑤カーボンリサイクル反応、⑥極低温における水素吸着、⑦水素を用いた蓄熱材料などが挙げられる。一方、電気化学関連では、①水素化物を用いたリチウムイオン二次電池



研究室のメンバー(2020年度)

開発、②液体アンモニア及びアンモニア水の電気分解、③ハイブリッド型ニッケル水素電池の研究を進めている。また、最近では再生可能エネルギーによるCO₂フリー水素製造における経済性評価も手掛けている。

無機系水素貯蔵材料としては、熱力学特性と動力学特性の制御を独立におこなうことを目的として、それぞれ複数の水素化物を複合化したり、固体触媒の付与をおこなったりしており、こうした材料の本質的な特性を理解するために様々な分析機器を駆使して精密な評価をおこなっている。そもそも水素貯蔵材料に求められる特性としては、高容量(重量水素密度及び容量水素密度がそれぞれ高い)、目的の熱力学特性を有する(ターゲット温度で目的の圧力が得られる)、期待する熱力学的条件を速やかに得られる(高反応速度)、比較的高純度の水素を放出し、水素ガス圧力のみで吸蔵状態を作れる、安価などが挙げられ、これらをできる限り同時に満たす材料開発が求められる。一方、水素吸蔵合金を用いた昇圧システムは、水素貯蔵材料の熱力学特性に着目し、熱(温度)のみで高水素圧を得る技術となる。

私たちのグループではこれら以外にも、水素製造やアンモニア製造、あるいは液体アンモニアの蒸気圧制御や低温での水素超高密度吸着等様々なテーマに取り組んでおり、学生及び研究員はそれぞれ異なるテーマを持って研究を進めている。特にエネルギー変換・貯蔵等、ある機能を持った材料の開発を進めるにあたって、その機能を示す反応のメカニズム解明は非常に重要である。したがって、私たちの研究室では、その機能発現機構を明らかにすべく、非常に精密な分析技術を確立してきた。例えば、水素やアンモニアガスの吸着特性を明らかにする上では、清浄な表面を維持することで材料の持つ性能がよりシャープに明らかになる。そのために、循環精製器付のグローブボックスを多用し、いくつかの分析装置はグローブボックス内に設置するなど工夫を凝らしている。また、こうした特殊な改造を施した分析装置の管理については、代々学生がそれぞれの装置管理を担当して、常に高性能を維持する条件を作り出している。

以上のように、私たちのグループではメンバーが主体性を持って研究活動をおこない、装置の維持管理もおこなう体制をとってきた。また、比較的博士課程の多い研究室でもあり、その卒業生は大学のみならず様々な業種の企業で研究職について働きつつネットワークを構築している。今後20年から30年で世界を取り巻くエネルギー環境は大きな変革を遂げることが予想されるが、こうした中でも主体性を持ってその困難に立ち向かえる精神を培った、また世界を舞台で活躍できる人材を輩出していきたいと考えている。